

Язык IPL

(интерпретатор версии 0.9.alpha.8)

Краткое справочное руководство

04.01.2005, В.А. Смирнов (kkatarn@rambler.ru)

1. Введение

Язык IPL предназначен для описания задач цифровой обработки изображений. Фундаментальными типами языка являются вектор, матрица и древовидная двоичная декомпозиция изображения.

Программа на языке IPL может содержать:

- глобальную секцию;
- описания объектов фундаментальных типов;
- описания преобразований, которые расширяют функциональность элементарных операций над объектами фундаментальных типов;
- секцию целей.

В глобальной секции определяются *псевдонимы*. Эта секция может содержать команду установки начального значения генератора случайных чисел. В секции целей перечисляются подлежащие созданию объекты и растровые изображения.

2. Грамматика языка

Алфавит языка включает символы с ASCII-кодами от 33 до 255. Символы с кодами от 0 до 32 являются пробельными. Символ # (знак номера) является знаком однострочного комментария. Если в лексему необходимо включить пробельный символ, то лексему следует заключить в двойные кавычки.

Ниже дается формальное описание грамматики языка. Терминальные символы выделены полужирным шрифтом.

IPL-программа :
IPL-программа | секция

секция :
глобальная_секция | определение_объекта | \
определение_преобразования | определение_функции |
секция_целей

глобальная_секция :
global { оператор_глобальной_секции }

оператор_глобальной_секции :
оператор_глобальной_секции | определение_псевдонима | \
инициализация_генератора_случайных_чисел

определение_псевдонима:

alias псевдоним значение_псевдонима

псевдоним:

идентификатор

идентификатор:

идентификатор | непробельный_символ

значение_псевдонима:

идентификатор

инициализация_генератора_случайных_чисел:

random_seed начальное_значение_ГСЧ

начальное_значение_ГСЧ:

беззнаковый_параметр

определение_объекта:

определение_вектора | определение_матрицы | \
определение_декомпозиции

определение_вектора:

vector имя_объекта { изменение_состояния | \
векторная_операция }

определение_матрицы:

matrix имя_объекта { изменение_состояния | \
матричная_операция }

определение_декомпозиции:

decomposition имя_объекта { изменение_состояния | \
операция_декомпозиции }

имя_объекта:

идентификатор

изменение_состояния: \
изменение_состояния | \
state custom_width число_столбцов_по_умолчанию | \
state custom_height число_строк_по_умолчанию | \
state custom_size число_элементов_по_умолчанию | \
state input_powers2 масштабирование_к_степени_двух | \
state input_square масштабирование_к_равным_размерам | \
state frequency_domain текущая_область_частотная | \
state pad_value значение_заполнитель

число_столбцов_по_умолчанию:

число_строк_по_умолчанию:

число_элементов_по_умолчанию:

беззнаковый_параметр

масштабирование_к_степени_двух:
масштабирование_к_равным_размерам:
текущая_область_частотная:
 логический_параметр

значение_заполнитель:
 вещественный_параметр

векторная_операция:
векторная_операция | копирование_вектора | \
сохранение_вектора | загрузка_вектора | \
циклический_сдвиг | инверсия_порядка_элементов | \
равномерно_распределенный_шум | \
нормально_распределенный_шум | \
установка_всех_элементов | линейная_интерполяция | \
гистограмма | гистограмма_по_диапазону | \
гистограмма_с_записью_координат_центров | \
гистограмма_по_диапазону_с_записью_координат_центров | \
дискретный_интеграл | \
приведение_к_единичному_диапазону | \
приведение_к_заданному_диапазону | \
вызов_преобразования_вектора | \
вызов_преобразования_пары_векторов | \
печать_строки_на_консоли | печать_счетчика_времени

копирование_вектора:
 copy вектор_источник

вектор_источник:
 векторный_параметр

сохранение_вектора:
 save имя_файла

загрузка_вектора:
 load имя_файла

циклический_сдвиг:
 shift новое_смещение_начального_элемента

новое_смещение_начального_элемента:
 целочисленный_параметр

инверсия_порядка_элементов:
 mirror

равномерно_распределенный_шум:
 uniform нижняя_граница верхняя_граница

нормально_распределенный_шум:
 gaussian математическое_ожидание стандартное_отклонение

нижняя_граница:
верхняя_граница:
математическое_ожидание:
стандартное_отклонение:
 вещественный_параметр

установка_всех_элементов:

constant значение_заполнитель

линейная_интерполяция:

linear нижняя_граница верхняя_граница

гистограмма:

histogram матрица_источник

матрица_источник:

матричный_параметр

гистограмма_по_диапазону:

range_histogram матрица_источник \
нижняя_граница верхняя_граница

гистограмма_с_записью_координат_центров:

histogram_with_coords матрица_источник \
вектор_приемник_координат

вектор_приемник_координат:

векторный_параметр

гистограмма_по_диапазону_с_записью_координат_центров:

range_histogram_with_coords матрица_источник \
нижняя_граница верхняя_граница \
вектор_приемник_координат

дискретный_интеграл:

integrate

приведение_к_единичному_диапазону:

normalize

приведение_к_заданному_диапазону:

range_normalize

вызов_преобразования_вектора:

vector_transform имя_преобразования \
(**void** | список_параметров)

имя_преобразования:

идентификатор

вызов_преобразования_пары_векторов:

vector_pair_transform имя_преобразования \
(**void** | список_параметров) \
второй_векторный_аргумент

список_параметров:

вещественный_параметр | \
вещественный_параметр , список_параметров

второй_векторный_аргумент:

векторный_параметр

печать_строки_на_консоли:

puts идентификатор

печать_счетчика_времени:

run_time

матричная_операция:

матричная_операция | копирование_матрицы | \
сохранение_матрицы | загрузка_матрицы | \
сохранение_в_формате_с_фиксированной_точкой | \
загрузка_из_файла_в_формате_с_фиксированной_точкой | \
загрузка_цветового_канала | \
копирование_подматрицы | \
установка_элемента | установка_всех_элементов | \
установка_элементов_подматрицы | \
циклический_сдвиг_элементов | \
изменение_порядка_элементов | изменение_размера | \
дополнение_заданным_значением | \
дополнение_заданным_значением_до_степени_двух | \
равномерно_распределенный_шум | \
нормально_распределенный_шум | \
линейная_интерполяция_по_строкам | \
линейная_интерполяция_по_столбцам | \
свертка_с_фильтром_размера_3x3 | \
прямое_преобразование_фурье | \
обратное_преобразование_фурье | \
вычисление_оценки_спектра_мощности | \
сложение_матриц | \
сложение_всех_элементов_с_константой | \
умножение_на_скаляр | поэлементное_умножение | \
поэлементное_деление | \
обнуление_строк | обнуление_столбцов | \
обнуление_полосы | выделение_полосы | \
приведение_данного_диапазона_контраста_к_единице | \
приведение_полного_диапазона_контраста_к_единице | \
приведение_полного_диапазона_контраста_к_данному | \
нелинейная_коррекция_гаммы | \
отображение_декомпозиции | \
отображение_матрицы_уровней | \
отображение_матрицы_уровней_оттенками_серого | \
вызов_преобразования_матрицы | \
вызов_преобразования_пары_матриц | \
вызов_декартова_преобразования_фурье_образа | \
вызов_декартова_преобразования_пары_фурье_образов | \
вызов_полярного_преобразования_фурье_образа | \
вызов_полярного_преобразования_пары_фурье_образов | \
печать_строки_на_консоли | печать_счетчика_времени

копирование_матрицы:

copy матрица_источник

сохранение_матрицы:

save имя_файла

загрузка_матрицы:

load имя_файла

сохранение_в_формате_с_фиксированной_точкой:

save32 имя_растрового_файла_TARGA

имя_растрового_файла_TARGA:
имя_файла

загрузка_из_файла_в_формате_с_фиксированной_точкой:
load32 имя_растрового_файла_TARGA

загрузка_цветового_канала:
input имя_файла_растрового_изображения имя_канала

имя_файла_растрового_изображения:
строковая_константа

имя_канала:
red | **green** | **blue** | **alpha** |
cieX | **cieY** | **cieZ**
hue | **saturation** | **value**

копирование_подматрицы:
get колонка_приемник строка_приемник \
матрица_источник \
колонка_источник строка_источник \
последняя_колонка последняя_строка

колонка_приемник:
строка_приемник:
целочисленный_параметр

колонка_источник:
строка_источник:
последняя_колонка:
последняя_строка:
беззнаковый_параметр

установка_элемента:
set_elem колонка строка значение_заполнитель

колонка:
строка:
беззнаковый_параметр

установка_всех_элементов:
constant значение_заполнитель

установка_элементов_подматрицы:
set_rect начальная_колонка начальная_строка \
последняя_колонка последняя_строка \
значение_заполнитель

начальная_колонка:
начальная_строка:
беззнаковый_параметр

циклический_сдвиг_элементов:
shift новое_смещение_нулевой_колонки \
новое_смещение_нулевой_строки

новое_смещение_нулевой_колонки:
новое_смещение_нулевой_строки:
целочисленный_параметр

изменение_порядка_элементов:
mirror изменение_порядка_по_горизонтали \
изменение_порядка_по_вертикали

изменение_порядка_по_горизонтали:
изменение_порядка_по_вертикали:
логический_параметр

изменение_размера:
resize новое_число_колонок новое_число_строк

новое_число_колонок:
новое_число_строк:
беззнаковый_параметр

дополнение_заданным_значением:
expand новое_число_колонок новое_число_строк

дополнение_заданным_значением_до_степени_двух:
expand_powers2

линейная_интерполяция_по_строкам:
col_linear значение_в_первой_колонке \
значение_в_последней_колонке

линейная_интерполяция_по_столбцам:
row_linear значение_в_первой_строке \
значение_в_последней_строке

значение_в_первой_колонке:
значение_в_последней_колонке:
значение_в_первой_строке:
значение_в_последней_строке:
вещественный_параметр

свертка_с_фильтром_размера_3x3:
convolve3x3 фильтр_3x3

фильтр_3x3:
матричный_параметр

прямое_преобразование_фурье:
fourier_forward

обратное_преобразование_фурье:
fourier_inverse

вычисление_оценки_спектра_мощности:

spectrum

сложение_матриц:

mat_offset матричный_параметр

сложение_всех_элементов_с_константой:

offset вещественный_параметр

умножение_на_скаляр:

scale вещественный_параметр

поэлементное_умножение:

mat_scale матричный_параметр

поэлементное_деление:

mat_unscale матричный_параметр

обнуление_строк:

zero_rows начальная_строка конечная_строка

обнуление_столбцов:

zero_cols начальная_колонка конечная_колонка

обнуление_полосы:

band_reject начальная_строка_и_колонка \
конечная_строка_и_колонка

выделение_полосы:

band_pass начальная_строка_и_колонка \
конечная_строка_и_колонка

начальная_строка_и_колонка:

конечная_строка_и_колонка:

беззнаковый_параметр

приведение_данного_диапазона_контраста_к_единице:

adjust_contrast значение_приводимое_к_нулю \
значение_приводимое_к_единице

значение_приводимое_к_нулю:

значение_приводимое_к_единице:

вещественный_параметр

приведение_полного_диапазона_контраста_к_единице:

normalize

приведение_полного_диапазона_контраста_к_данному:

range_normalize НОВЫЙ_МИНИМУМ НОВЫЙ_МАКСИМУМ

новый_минимум новый_максимум
вещественный_параметр

нелинейная_коррекция_гаммы:
gamma_correction корректирующая_кривая

корректирующая_кривая:
векторный_параметр

отображение_декомпозиции:
draw_decomposition параметр_декомпозиция

отображение_матрицы_уровней:
draw_decomposition_scale параметр_декомпозиция \
оттенки_серого

оттенки_серого:
векторный_параметр

отображение_матрицы_уровней_оттенками_серого:
draw_decomposition_linear параметр_декомпозиция \
оттенок_для_начальной_глубины \
оттенок_для_конечной_глубины

оттенок_для_начальной_глубины:
оттенок_для_конечной_глубины:
вещественный_параметр

вызов_преобразования_матрицы:
matrix_transform имя_преобразования \
(void | список_параметров)

вызов_преобразования_пары_матриц:
matrix_pair_transform имя_преобразования \
(void | список_параметров) \
второй_матричный_аргумент

второй_матричный_аргумент:
матричный_параметр

вызов_декартова_преобразования_фурье_образа:
cartesian_transform имя_преобразования \
(void | список_параметров)

вызов_декартова_преобразования_пары_фурье_образов:
cartesian_pair_transform имя_преобразования \
(void | список_параметров) \
второй_матричный_аргумент

вызов_полярного_преобразования_фурье_образа:
polar_transform имя_преобразования \
(void | список_параметров)

вызов_полярного_преобразования_пары_фурье_образов:

polar_pair_transform имя_преобразования \
(**void** | список_параметров) \
второй_матричный_аргумент

операция_декомпозиции:

операция_декомпозиции | выполнение_декомпозиции | \
сохранение_декомпозиции | печать_строки_на_консоли | \
печать_счетчика_времени

выполнение_декомпозиции:

decompose матрица_источник порог \
количество_разрядов_гистограмм_на_каждом_уровне

порог:

вещественный_параметр

количество_разрядов_гистограмм_на_каждом_уровне:

беззнаковый_параметр

сохранение_декомпозиции:

save имя_файла сохранять_значения относительные_частоты

сохранять_значения:

относительные_частоты:

логический_параметр

определение_преобразования:

преобразование_вектора |
преобразование_пары_векторов |
преобразование_матрицы |
преобразование_пары_матриц |
декартово_преобразование_фурье_образа |
декартово_преобразование_пары_фурье_образов |
полярное_преобразование_фурье_образа |
полярное_преобразование_пары_фурье_образов

преобразование_вектора:

vector_transform имя_преобразования \
(**void** | список_параметров) \
тело_преобразования

преобразование_пары_векторов:

vector_pair_transform имя_преобразования \
(**void** | список_параметров) \
тело_преобразования

преобразование_матрицы:

matrix_transform имя_преобразования \
(**void** | список_параметров) \
тело_преобразования

преобразование_пары_матриц:

```
matrix_pair_transform имя_преобразования \  
  ( void | список_параметров ) \  
  тело_преобразования
```

декартово_преобразование_фурье_образа:

```
cartesian_transform имя_преобразования \  
  ( void | список_параметров ) \  
  тело_преобразования
```

декартово_преобразование_пары_фурье_образов:

```
cartesian_pair_transform имя_преобразования \  
  ( void | список_параметров ) \  
  тело_преобразования
```

полярное_преобразование_фурье_образа:

```
polar_transform имя_преобразования \  
  ( void | список_параметров ) \  
  тело_преобразования
```

полярное_преобразование_пары_фурье_образов:

```
polar_pair_transform имя_преобразования \  
  ( void | список_параметров ) \  
  тело_преобразования
```

тело_преобразования:

```
{ оператор_преобразования }
```

оператор_преобразования:

```
оператор_преобразования | \  
однократно_выполняемый_оператор | \  
оператор_выполняемый_для_каждого_элемента
```

однократно_выполняемый_оператор:

```
step составной_оператор
```

оператор_выполняемый_для_каждого_элемента:

```
pass составной_оператор
```

составной_оператор:

```
оператор | { список_операторов }
```

список_операторов:

```
| \  
список_операторов | \  
оператор
```

оператор:

```
определение_переменной | \  
оператор_присваивания | \  
условный_оператор | \  
оператор_возврата
```

определение_переменной:

```
var список_переменных;
```

список_переменных:
идентификатор | идентификатор , список_переменных

оператор_присваивания:
идентификатор = выражение;

условный_оператор:
if выражение составной_оператор | \
if выражение составной_оператор **else** составной_оператор

оператор_возврата:
return выражение;

выражение:
вещественная_константа | \
переменная | \
вызов_функции | \
выражение_в_обратной_польской_нотации

выражение_в_обратной_польской_нотации:
(список_действий)

список_действий:
операнд_или_операция | \
операнд_или_операция , список_действий

операнд_или_операция:
внутренняя_константа | \
вещественная_константа | \
внутренняя_переменная | \
переменная | \
вызов_функции | \
операция

внутренняя_константа:
Pi | **E** | **MAXREAL** | **REAL_ZERO**

внутренняя_переменная:
\$MAX_IDX | **\$IDX** | **\$ELEM** | \
\$ELEM1 | **\$ELEM2** | \
\$MAX_ROW | **\$MAX_COL** | **\$ROW** | **\$COL** | **\$CELL** | \
\$CELL1 | **\$CELL2** | \
\$NEG_FREQ | **\$RE** | **\$IM** | \
\$RE1 | **\$IM1** | **\$RE2** | **\$IM2** | \
\$MAG | **\$PHASE** | \
\$MAG1 | **\$PHASE1** | **\$MAG2** | **\$PHASE2**

переменная:
идентификатор

операция:
унарная_операция | бинарная_операция

унарная_операция:

neg | **abs** | **ceil** | **floor** | **sqr** | **sqrt** | **sin** | **csc** | \
cos | **sec** | **tg** | **ctg** | **arcsin** | **arccsc** | **arccos** | \
arcsec | **arctg** | **arcctg** | **exp** | **sh** | **ch** | **th** | **ln** | \
lg | **log2** | **arsh** | **arch** | **arth**

бинарная_операция:

+ | **-** | ***** | **/** | **mod** | **^** | **log** | **arctg2** | \
< | **>** | **==** | **!=**

определение_функции:

function имя_функции тело_функции

имя_функции:

идентификатор

тело_функции:

составной_оператор

секция_целей:

targets { цель }

цель:

цель | целевой_объект | растровое_изображение

целевой_объект:

имя_типа имя_объекта

имя_типа:

vector | **matrix** | **decomposition**

имя_объекта:

идентификатор

растровое_изображение:

output имя_файла цветовое_пространство \
канал_1 канал_2 канал_3 [канал_4]

цветовое_пространство:

RGB | **RGBA** | **HSV** | **CIE**

канал_1:

матричный_параметр

канал_2:

матричный_параметр

канал_3:

матричный_параметр

канал_4:

матричный_параметр

векторный_параметр:
идентификатор

матричный_параметр:
идентификатор

параметр_декомпозиция:
идентификатор

вещественный_параметр:
вещественная_константа | вызов_функции

логический_параметр:
true | **false** | вызов_функции

целочисленный_параметр:
целочисленная_константа | вызов_функции

беззнаковый_параметр:
беззнаковая_константа | вызов_функции

вещественная_константа:
32-битное число с плавающей точкой

целочисленная_константа:
число в диапазоне от -2147483648 до 2147483647

беззнаковая_константа:
число в диапазоне от 0 до 4294967295

вызов_функции:
имя_функции

Интерпретатор является многопроходным. На первом проходе разбираются все глобальные секции.

На втором проходе разбираются все секции целей. Если целевой объект или рас-
тровое изображение содержат ссылку на неопределенный объект фундаментального
типа, то по тексте программы осуществляется поиск определения этого объекта (по-
этому порядок размещения определений не важен).

Явная или неявная рекурсия в определениях невозможна. Например, разбор сле-
дующего фрагмент кода

```
matrix a
{
  expand 3 3
  copy b
}

matrix b
{
  state custom_width width_of a
  state custom_height height_of a
  constant 1
}
```

```
targets
{
    matrix b
}
```

приводит к ошибке:

```
ERROR in "test.ipl", line 4: circular reference: (got "b").
(кольцевая ссылка в строке 4)
```

Сообщение об аналогичной ошибке будет получено и в том случае, если в секции целей в качестве целевого объекта будет указана матрица *a*.

Константы записываются по правилам, принятым для алгоритмических языков высокого уровня. Разделителем является десятичная точка (это не относится к операциям сохранения / восстановления векторов и матриц; символ-разделитель определен в файле `istrings.h` как макрос `IPL_DOT_CHAR`, в текущей версии – запятая).

Внутренние переменные `$MAX_IDX` (максимально возможный индекс элемента) и `$IDX` (индекс текущего элемента) определены для преобразований вектора и пары векторов. Переменная `$ELEM` (значение текущего элемента) определена только для преобразования вектора; переменные `$ELEM1` и `$ELEM2` (значения текущих элементов первого – основного – и второго векторных аргументов) определены для преобразования пары векторов.

Переменные `$MAX_ROW` (максимально возможный номер строки), `$MAX_COL` (максимально возможный номер колонки), `$ROW` и `$COL` (номера строки и колонки текущего элемента) определены для всех преобразований матриц.

Переменная `$CELL` (значение текущего элемента) допустима только для преобразования матрицы; переменные `$CELL1` и `$CELL2` (значения текущих элементов первого – основного – и второго матричных аргументов) допустимы для преобразования пары матриц.

Переменная `$NEG_FREQ` (установлена в 1 для отрицательных пространственных частот) определена для всех преобразований, выполняющихся над матрицами в области пространственных частот.

Переменные `$RE` и `$IM` (действительная и мнимая части значения текущего элемента, находящегося в области пространственных частот) допустимы для преобразования, определенного ключевым словом `cartesian_transform`; переменные `$RE1`, `$IM1`, `$RE2` и `$IM2` (действительные и мнимые части значений текущих элементов первого и второго матричных аргументов, находящихся в области пространственных частот) допустимы для преобразования, определенного ключевым словом `cartesian_pair_transform`.

Переменные `$MAG` и `$PHASE` (модуль и аргумент значения текущего элемента, находящегося в области пространственных частот) допустимы для преобразования, определенного ключевым словом `polar_transform`; переменные `$MAG1`, `$PHASE1`, `$MAG2` и `$PHASE2` (модули и аргументы значений текущих элементов первого и второго матричных аргументов, находящихся в области пространственных частот) до-

пустимы для преобразования, определенного ключевым словом `polar_pair_transform`.

Синтаксис языка является свободным. Например, пусть требуется сохранить в файл матрицу размера 5x5, каждый элемент которой равен `sqrt(2)`. Соответствующая программа может выглядеть следующим образом:

```
targets{matrix a}matrix a{state pad_value sqrt2 expand 5 5 save a}function
sqrt2{return (2,sqrt);}
```

Однако предпочтительнее записать ее текст в виде:

```
matrix a
{
  state pad_value sqrt2
  expand 5 5
  save a
}

function sqrt2
{
  return (2,sqrt);
}

targets
{
  matrix a
}
```

Функции не принимают аргументов. Единственной целью их введения является желание обойти одно из ограничений текущей версии – невозможность использования выражений в определениях объектов фундаментальных типов.

3. Некоторые примеры использования языка IPL

Программа, выводящая на консоль стандартное приветствие:

```
matrix dummy
{
  expand 1 1
  puts "Hello, World !"
}

targets
{
  matrix dummy
}
```

```
(dummy): Hello, World !
IPL run completed: success. (alloc: 1035 bytes; leak: 0 bytes)
```

Выглядит несколько искусственно – следует учесть, что язык не создавался для упражнений подобного рода.

Создание бесшовной текстуры «плазма» (каналом цветового тона является низко-частотная составляющая гауссова шума):

```
global
{
    random_seed 2
    alias size 512
    alias mean 0.6
    alias stddev 2
    alias max_pass 3
    alias file_name "out.bmp"
    alias clamp_min 0.1          # from orange ...
    alias clamp_max 0.8          # to violet
}

matrix unit
{
    state pad_value 1
    expand size size
}

matrix hue
{
    expand width_of unit height_of unit
    gaussian mean stddev
    run_time
    fourier_forward
    run_time
    band_pass 0 max_pass
    fourier_inverse
    normalize # current range is [0..1]
    matrix_transform clamp(clamp_min,clamp_max)
}

matrix_transform clamp(min_val,max_val)
{
    pass
    {
        if($CELL,min_val,<)
            $CELL = min_val;
        else if($CELL,max_val,>)
            $CELL = max_val;
    }
}

targets
{
    output file_name HSV hue unit unit
}

```

(hue): time since start: 0.27

(hue): time since start: 0.42

IPL run completed: success. (alloc: 2118204 bytes; leak: 0 bytes)

Время выполнения двумерного преобразования Фурье для матрицы размеров 512x512 составляет 150 мс (компьютер с ЦПУ РП-300 МГц). Результат работы программы представлен на рис. 1.

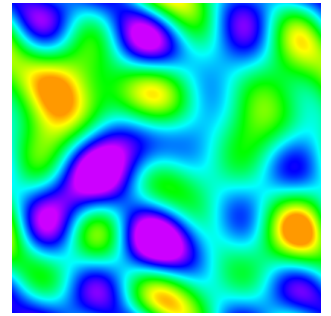


Рис. 1

Формирование шкалы цветовых тонов:

```
global
{
  alias bmp_width 1280
  alias bmp_height 100
}

matrix const_mat
{
  state custom_width bmp_width
  state custom_height bmp_height
  constant 1
}

matrix h_grad
{
  state custom_width bmp_width
  state custom_height bmp_height
  row_linear 0 1
}

matrix v_grad
{
  state custom_width bmp_width
  state custom_height bmp_height
  col_linear 1 0
}

targets
{
  output h_scale.bmp HSV h_grad v_grad const_mat
}
```

IPL run completed: success. (alloc: 1540874 bytes; leak: 0 bytes)

Результат представлен на рис. 2.



Рис. 2

Приведенная ниже программа помещает канал яркости растрового изображения `in.bmp` (рис. 3) в матрицу `src` и затем вычисляет гистограмму яркости:

```

global
{
    alias divs 100
}

matrix src
{
    input "in.bmp" value
}

vector out
{
    state custom_size divs
    range_histogram src 0 1
    save out.txt
}

targets
{
    vector out
}

```

IPL run completed: success. (alloc: 8408892 bytes; leak: 0 bytes)

Результат построения гистограммы по данным из файла out.txt представлен на рис. 4.

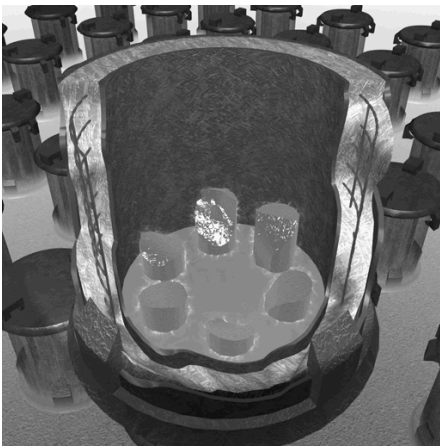


Рис. 3.

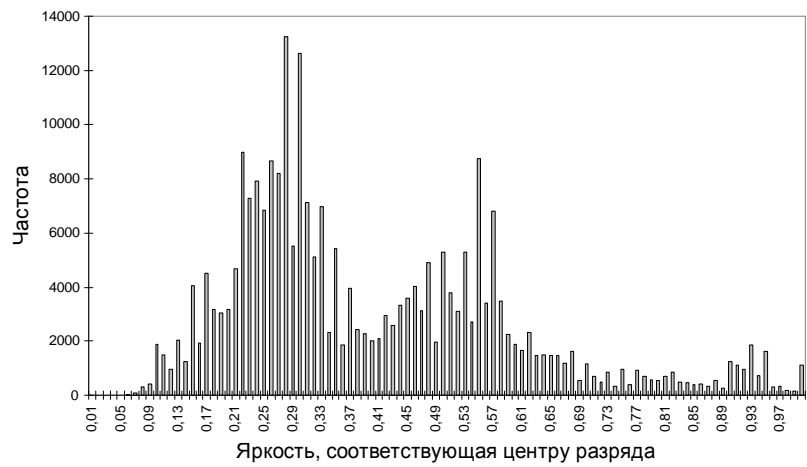


Рис. 4